

日本大学大学院 学生員 金子 雄一郎
 日本大学理工学部 正会員 福田 敦
 日本大学理工学部 学生員 堺谷 太一

1. はじめに

確定的利用者均衡配分法（以下、均衡配分法）は、Wardropの均衡解を厳密に求める配分手法であり、近年、実務においても利用が検討されている。しかしながら、我が国への適用事例は少なく、都市の規模や地域の広がりに対応した実証的な検討が必要である。

本研究では、地方都市の道路ネットワークを対象に、均衡配分法および従来より実務で利用されている分割配分法を適用し、配分結果の比較、検討を行い、均衡配分法の適用可能性について検討することを目的とする。

2. 既存の適用事例

均衡配分法については、これまで理論面での研究は十分なされているが、実際の道路ネットワークに適用し、その実証性を検討した研究は少ない。

加藤等¹⁾は岐阜市を対象に、桑原²⁾は首都圏を対象に、また、溝上等³⁾は中部圏のT都市圏を対象に、均衡配分法を適用している。これらの研究では、従来から実務で広く利用されている分割配分法による配分計算結果と比較、検討を行っている。また、実証性の評価には観測値との適合度検定を行っており、評価項目はリンク交通量、総走行時間が中心である。それらの結果からは、いずれも均衡配分法の有効性が報告されている。

3. 均衡配分問題の定式化

道路ネットワーク上の全利用者が最短経路を選択した結果として得られる状態はWardropの均衡（あるいは利用者均衡）と呼ばれており、均衡配分法はこのWardropの均衡を満足する交通量パターンを厳密に求める手法である。Wardropの均衡問題は、以下に示す非線形最適化問題として定式化されることが知られている。

$$\min z(\mathbf{x}) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega) d\omega \quad \text{式-1}$$

subject to

$$\sum_k f_k^{rs} = q_{rs}, \quad f_k^{rs} \geq 0 \quad \text{式-2}$$

ここで、 x_a : リンク a の交通量、 $t_a(\omega)$: リンクコスト関数、 f_k^{rs} : ODペア rs の経路 k の交通量、 q_{rs} : ODペア rs 間の交通量

この制約付き最適化問題は、非線形計画法におけるアルゴリズムによって解くことが可能である。本研究では、その中でも解の収束性が保証されているFrank-Wolfeによるアルゴリズムに基づいて均衡解を求める。また、繰り返し計算を行う際の収束判定として、以下の規準を用いる。

$$\frac{|x_a^n - x_a^{n-1}|}{x_a^n} \times 100 \leq \varepsilon \quad \text{式-3}$$

4. 適用計算と結果の検証

本研究では、N県I市（人口約6万人）を対象に分析を行う。道路ネットワークは高速道路および一般道路で構成され、リンク数429、ノード数304（セントロイド96）である（図-1参照）。OD交通量については、I市では総合的な交通調査が実施されていないため、平成2年に関東地方建設局が行った道路交通センサス自動車起終点調査から得られたOD表を人口および面積を基に分割し、I市のOD表（ゾーン数：域内59、域外37）を作成する。また、リンクコスト関数については、以下に示すBPR関数を用いる。

$$t(x) = t_0 \left[1 + \alpha \cdot \left(\frac{x}{Q} \right)^\beta \right] \quad \text{式-4}$$

ここで、 $t(x)$: リンクの走行時間、 t_0 : ゼロフロー時の走行時間、 x : リンク交通量、 Q : リンクの交通容量である。ここで、パラメータ α 、 β については、我が国での計測事例⁴⁾に基づいて、 $\alpha = 0.96$ 、 $\beta = 1.2$ を用いた。

キーワード 均衡配分法、配分手法の比較

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1 TEL&FAX: 0474-69-5355

配分計算の条件設定は、均衡配分法については収束判定基準 ϵ を5%および1%、分割配分法については分割数5回および10回とした。また、配分結果の検証は、観測値との適合度を測ることで行い、その指標には相関係数および%RMSを用いた。評価項目は、リンク交通量およびリンク速度である。ここで、観測値については、平成2年道路交通センサス一般交通量調査データ（I市は14地点）を用いた。

各配分手法による推計値と観測値との適合度を表-1に示す。まず、リンク交通量については、均衡配分法および分割配分法とも、相関係数、%RMSがほぼ同等な値となっている。これは、両者ともWardrop均衡を基本としている手法であるためと考えられる。また、相関係数がいずれも0.70以下と高くないのは、対象地域のOD表を、広域OD表を分割して作成していることが大きく影響していると考えられる。これらの結果を既存研究と比較したところ、適合度の値自体に大きな変化は認められなかった。

以上の配分計算のパーソナル・コンピュータ（CPU：Pentium II 266MHz）による計算時間は、均衡配分法が約40秒（ $\epsilon=5\%$ 、繰り返し回数11）、分割配分法（分割数10）が約30秒であった。両手法の時間の差は、均衡配分法が、解の改訂の際に、ステップサイズに関する一次元最適化問題を解いている点にある。

一方、走行特性の検討のため、リンク速度も推計したが、検証すべき十分な観測データがないことから評価することができなかった。参考までに、推計値（日平均旅行速度とする）と道路交通センサスによる観測値であるピーク時平均旅行速度を比較した結果、ほぼ全てのリンクで、推計値が低い結果となった。

5. おわりに

本研究での結果を以下にまとめる。

- 1) 地方都市を対象に、均衡配分法および分割配分法を適用し、配分結果を比較、検討した。その結果、両手法とも適合度はほぼ同等であった。
- 2) 両手法とも、リンク交通量の適合度は高くなかったが、これは対象地域のOD交通量の精度が十分確保されていないことが要因と考えられる。
- 3) 配分のための計算時間は、収束1%の場合でも5分以内と十分実用の範囲内であった。

以上の結果より、均衡配分法の実務への適用可能性は十分あると考えられる。

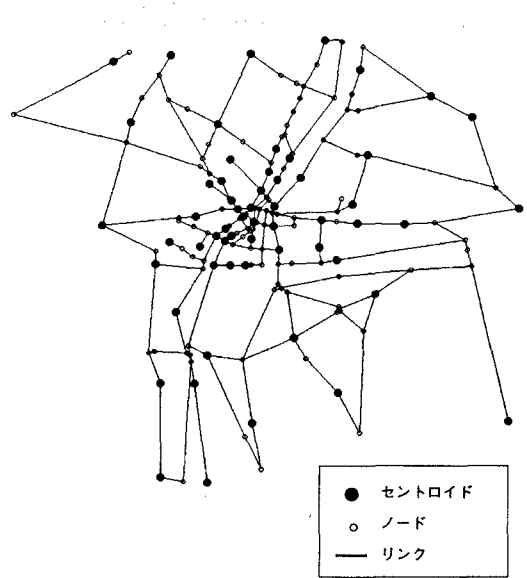


図-1 対象地域の道路ネットワーク

表-1 各種配分法によるリンク交通量の適合度

配分手法名	利用者均衡配分法		分割配分法	
	11 (5%収束)	73 (1%収束)	5	10
相関係数	0.653	0.694	0.665	0.686
%RMS	11.555	11.104	11.668	11.251
計算時間 (sec)	37	248	15	30

なお、道路交通センサスの観測値は12時間交通量であるため、24時間調査も同時に行っている2地点より昼夜率を算出し、12時間交通量に乗じた。

参考文献

- 1) 加藤・宮城・平岡：最短経路原則に基づく交通量配分法の比較・検討，交通工学，Vol.14 No.7，pp.3-11，1979.
- 2) 桑原：交通量配分手法の実証的検討，交通工学，Vol.23 No.2，pp.17-25，1988.
- 3) 溝上・松井：均衡交通量配分手法の推計特性に関する実証的分析，交通工学，Vol.25 No.6，pp.33-43，1991.
- 4) 溝上・松井・可知：日交通量配分に用いるリンクコスト関数の開発，土木学会論文集，No.401/IV-10，pp.99-107，1989.